

## ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТИТЕЧІЙНО-СТРУМИННОЇ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОБКИ МОЛОКА

Самойчук К.О., д-р техн. наук, доц.

Удуд В.І., асп.

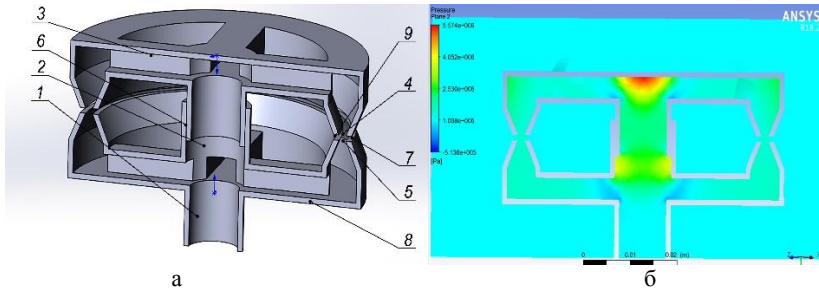
Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь

У молочній промисловості широко використовується гомогенізація для приготування продуктів однорідної консистенції. Гомогенізоване молоко має такі переваги, як поліпшення смакових та сенсорних властивостей, полегшення засвоюваності молочного жиру, підвищення стійкості під час транспортування і зберігання, рівномірний розподіл молочного жиру та пов'язаних із ним вітамінів.

Найбільш розповсюдженими апаратами для гомогенізації молока є клапанні гомогенізатори. Це обумовлено тим, що ступінь подрібнення молочного жиру в таких апаратах є найвищим порівняно з апаратами інших типів. Але клапанні гомогенізатори мають істотні недоліки: значні габаритні розміри і масу, високу металоємність, високі енерговитрати, швидкий знос робочих поверхонь клапана і досить високу вартість обладнання.

Проаналізувавши конструкцію клапанних гомогенізаторів можна зробити висновок, що для їх удосконалення доцільною є заміна клапанної головки на протитечійно-струминну. Таке вдосконалення дозволить зменшити енерговитрати і знизити знос деталей головки гомогенізатора. Для оцінки її гідродинамічних параметрів було розроблено модель у САD-системі Solidworks і проведено розрахунки в програмній системі кінцево-елементного аналізу ANSYS (рис. 1). Комплекс ANSYS дозволяє моделювати випробування або умови роботи, перевірити модель у віртуальному середовищі до виготовлення дослідних зразків продукції. ANSYS має потужний функціонал для додавання в розрахунок власних моделей, що робить його придатним як для промислового, так і для науково-дослідного застосування.

Представлена конструкція передбачає, що грубодисперсна емульсія під тиском через канал подачі подається в центральний канал, після чого потрапляє в сідло і клапан, розділяючись на протилежно направлені потоки. Під час проходження їх через кільцеві канали клапана і сідла відбувається зіткнення потоків емульсії, завдяки чому утворюється різниця швидкостей між дисперсною частиною та дисперсійною фазою, яка необхідна для руйнування дисперсної частини.



**Рис. 1. Протитечійно-струминна головка: а – 3D-модель; б – моделювання розподілу полів тиску в ANSYS: 1 – канал подачі; 2 – центральний клапан; 3 – клапан; 4 – кільцеві канали клапана; 5 – кільцевий канал сідла; 6 – ущільнюючі кільця; 7 – зовнішня щілина між клапаном і сідлом; 8 – сідло; 9 – внутрішня щілина між клапаном і сідлом**

Розрахунки тиску в протитечійно-струминній головці показують, що при тиску подачі продукту 5,5 МПа максимальна його концентрація локалізується у верхній центральній частині клапана (до 5,5 МПа). У кільцевих каналах клапана і сідла тиск однаковий і сягає 1,5 МПа.

Розрахунки швидкості рідини показують що при тиску подачі 5,5 МПа вона має максимальну швидкість 90–95 м/с у каналі подачі й центральному клапані. Швидкість рідини в клапані перевищує швидкість у сідлі, унаслідок чого швидкість у кільцевих каналах клапана перевищує швидкість у кільцевих каналах сідла у 2 рази.

Проведене моделювання гідродинамічних параметрів протитечійно-струминної головки дозволяє виділити напрями її подальшого вдосконалення.

У головці є зони локального підвищення тиску, розташовані не в кільцевих каналах головки, що призводить до непродуктивного підвищення енерговитрат. Для усунення цього недоліку необхідно змінити форму внутрішніх поверхонь з'єднань каналів сідла і клапана з каналом подачі й центральним клапаном.

Зона максимальної швидкості потоку рідини концентрується переважно в каналі подачі. При виході з нього вона починає різко зменшуватися. Таким чином, під час руху до кільцевих каналів, на виході з яких відбувається гомогенізація, швидкість потоку зменшується в 2–4 рази і відрізняється в зустрічних потоках у 2 рази. Для ефективної гомогенізації потоки повинні мати однакову швидкість, для чого необхідно збільшити діаметр каналу подачі емульсії в головку.